



IPxl

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Atsushi TAKAURA, et al.

GAU: 2873

SERIAL NO: 10/771,523

EXAMINER:

FILED: February 5, 2004

FOR: PROJECTION OPTICAL SYSTEM, MAGNIFICATION PROJECTION OPTICAL SYSTEM,  
MAGNIFICATION PROJECTION APPARATUS, AND IMAGE PROJECTION APPARATUS

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS  
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e): Application No. Date Filed

☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
JAPAN	2003-029595	February 6, 2003
JAPAN	2003-029602	February 6, 2003
JAPAN	2003-409304	December 8, 2003

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number  
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)
- ☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

  
Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913

Joseph A. Scafetta, Jr.  
Registration No. 26, 803

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000  
Fax. (703) 413-2220  
(OSMMN 05/03)

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年   2 月   6 日  
Date of Application:

出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 0 2 9 5 9 5  
Application Number:  
[ST. 10/C] :            [ J P 2 0 0 3 - 0 2 9 5 9 5 ]

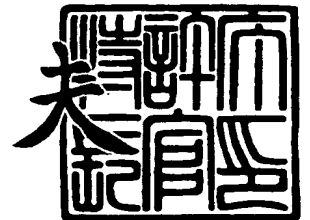
出   願   人            株 式 会 社 リ コ ー  
Applicant(s):




2 0 0 4 年   2 月   4 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫





【書類名】 特許願

【整理番号】 0209825

【提出日】 平成15年 2月 6日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 17/08

【発明の名称】 拡大投射光学系および拡大投射装置

【請求項の数】 15

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号・株式会社リコー内

    【氏名】 高浦 淳

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号・株式会社リコー内

    【氏名】 藤田 和弘

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号・株式会社リコー内

    【氏名】 佐久間 伸夫

【特許出願人】

    【識別番号】 000006747

    【氏名又は名称】 株式会社リコー

【代理人】

    【識別番号】 100067873

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 樺山 亨

【選任した代理人】

    【識別番号】 100090103

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 本多 章悟

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014258

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809112

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 拡大投射光学系および拡大投射装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画像表示パネルからの光束をスクリーンに導光し、上記スクリーンの法線に対し傾斜した方向から投射して、上記スクリーン上に、上記画像表示パネルに表示された画像の拡大像を結像させる拡大投射光学系であって、

反射光学系と透過光学系とを有し、

上記反射光学系はパワーをもつ複数の反射面により構成され、回転非対称反射面を 1 面以上含み、

上記透過光学系は屈折力をもつ透過面により構成され、非球面を 1 面以上含むことを特徴とする拡大投射光学系。

【請求項 2】

請求項 1 記載の拡大投射光学系において、

透過光学系における画像表示パネル側から第 1 面と、反射光学系におけるスクリーン側から第 1 面との間に絞りを設け、そのスクリーン側に配置した光学素子により、上記絞りの像が、負の縮小倍率で結像するように構成したことを特徴とする拡大投射光学系。

【請求項 3】

画像表示パネルからの光束をスクリーンに導光し、上記スクリーンの法線に対し傾斜した方向から投射して、上記スクリーン上に、上記画像表示パネルに表示された画像の拡大像を結像させる拡大投射光学系であって、

複数の透過面からなる透過光学系と、

複数の反射面から成る反射光学系と、

絞りとを有し、

上記反射光学系における反射面のうち、絞りを通過した光束が最初に入射するパワーを持つ反射面のパワーが負であることを特徴とする拡大投射光学系。

【請求項 4】

請求項 3 記載の拡大投射光学系において、

絞りを通過した光束が最初に入射する負のパワーを持つ反射面に続く反射面が正のパワーを持つことを特徴とする拡大投射光学系。

**【請求項 5】**

請求項 3 または 4 記載の拡大投射光学系において、

反射光学系は、パワーを持つ複数の反射面により構成され、回転非対称反射面を 1 面以上含み、

透過光学系は、屈折力をもつ透過面により構成され、非球面を 1 面以上含むことを特徴とする拡大投射光学系。

**【請求項 6】**

画像表示パネルからの光束をスクリーンに導光し、上記スクリーンの法線に対し傾斜した方向から投射して、上記スクリーン上に、上記画像表示パネルに表示された画像の拡大像を結像させる拡大投射光学系であって、

画像表示パネル側からスクリーンに至る光束が生成する上記画像表示パネルの負の倍率の中間像と、スクリーン側から画像表示パネルに至る光束が生成する上記スクリーンの負の倍率の中間像の位置・形状が略一致していることを特徴とする拡大投射光学系。

**【請求項 7】**

請求項 6 記載の拡大投射光学系において、

複数の反射面から成る反射光学系と、

複数の透過面からなる透過光学系と、を有することを特徴とする拡大投射光学系。

**【請求項 8】**

請求項 7 記載の拡大投射光学系において、

絞りを有し、反射光学系における反射面のうち、絞りを通過した光束が最初に入射するパワーを持つ反射面のパワーが負であることを特徴とする拡大投射光学系。

**【請求項 9】**

請求項 8 記載の拡大投射光学系において、

絞りを通過した光束が最初に入射する負のパワーを持つ反射面に続く反射面が

正のパワーを持つことを特徴とする拡大投射光学系。

【請求項 10】

請求項 7～9 の任意の 1 に記載の拡大投射光学系において、

反射光学系は、パワーを持つ複数の反射面により構成され、回転非対称反射面を 1 面以上含み、

透過光学系は、屈折力をもつ透過面により構成され、非球面を 1 面以上含むことを特徴とする拡大投射光学系。

【請求項 11】

請求項 1、2、5、10 の任意の 1 に記載の拡大投射光学系において、

回転非対称反射面が、投射光路上において最もスクリーン側に配置されたことを特徴とする拡大投射光学系。

【請求項 12】

請求項 1～5、7～10 の任意の 1 に記載の拡大投射光学系において、

透過光学系が、屈折力を有する回転非対称な透過面を含むことを特徴とする拡大投射光学系。

【請求項 13】

請求項 1～5、7～12 の任意の 1 に記載の拡大投射光学系において、

画像表示パネル位置に対し、透過光学系の光軸が、導光光路を含む面内で偏心して設定されていることを特徴とする拡大投射光学系。

【請求項 14】

請求項 1～5、7～13 の任意の 1 に記載の拡大投射光学系において、

上記反射光学系はユニットとして構成されていることを特徴とする拡大投射光学系。

【請求項 15】

画像表示パネルに画像を表示し、上記画像表示パネルを光源からの光で照明し、照明された画像表示パネルからの光束を拡大投射光学系によりスクリーンに導光し、上記スクリーンの法線に対し傾斜した方向から投射して、上記スクリーン上に、上記画像表示パネルに表示された画像の拡大像を投射する拡大投射装置であって、

拡大投射光学系として、請求項 1 ～ 1 4 の任意の 1 に記載の拡大投射光学系を用いたことを特徴とする拡大投射装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

この発明は、拡大投射光学系および拡大投射装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

ライトバルブ (L V) や Digital Micro Mirror Device (DMD) に代表される「空間光変調機能を有する画像表示パネル」に表示された表示画像をスクリーン上に拡大画像として投射する拡大投射装置 (プロジェクタ) は広く知られているが、近来、「より大きな拡大倍率」、「装置とスクリーンとの間隔の縮小化」、「装置の薄型化」が強く要請されている。

【 0 0 0 3 】

拡大倍率を大きくしようとする、拡大像を結像させる拡大投射光学系において、像側の光路が大きくなる。拡大投射光学系の像側光路長の増大と、装置・スクリーン間の間隔の縮小化、装置の薄型化を同時に実現する構成として、拡大投射装置内において、画像表示パネルからスクリーンに至る結像光束の光路の一部を「ミラーにより折曲げる」ことが提案されている (特許文献 1、2)。

【 0 0 0 4 】

特許文献 1 記載の拡大投射装置では、画像表示パネルからの光束を、正のパワーを持つ結像レンズ系と、負のパワーの曲面ミラーを含む反射光学系とによる拡大投射光学系により順次スクリーンに導光して結像させている。

【 0 0 0 5 】

スクリーンの高さで結像レンズ系は高さをずらして設定され、ミラーで折り返されてスクリーンに導光される。このため、スクリーン上の投射拡大画像の中心部 (画像表示パネルの中心部に対応する) の上側と下側とで、結像光束の光路長が異なり、その結果として所謂「台形歪み」が発生する。

【 0 0 0 6 】



台形歪みは「キーストン補正」により補正することができるが、キーストン補正は、スクリーン上の拡大画像の像質劣化をもたらし易い。

#### 【0007】

台形歪みを少なくする構成として、結像レンズ系とスクリーンの間に、凸面ミラーを、結像レンズの光軸に対して偏心させて設ける構成が知られている。凸面ミラーを偏心配置させる場合、結像レンズ系の「スクリーン側焦点位置よりも結像レンズ側」に凸面ミラーを配置し、凸面ミラーの有する負の屈折力によって、投射レンズの焦点位置を伸ばす。

#### 【0008】

このような構成で、薄型且つ大画面の拡大投射装置を実現するのに、凸面ミラーの負のパワーを大きくして画角を広げる方法があるが、凸面ミラーの形状精度や組付公差が厳しくなり、またディストーションも大きくなる。

#### 【0009】

結像レンズと凸面ミラーの間の距離を大きくすることにより、凸面ミラーの屈折力を弱くでき、ディストーションを軽減できるが、結像レンズと凸面ミラーの距離が大きくなることに伴い、凸面ミラーが大型化してミラーのコストが高くなり、拡大投射装置も大型化しやすい。

#### 【0010】

特許文献2では、反射ミラーのみで拡大投射光学系が構成されている。このように、レンズ光学系を用いずに所望の光学性能を得ようとする、各反射面の面精度や位置精度を極めて高く設定する必要があり、拡大投射光学系の組みつけ精度が厳しくなる。

#### 【0011】

##### 【特許文献1】

特開 2001-264627号公報

##### 【特許文献2】

特開 2002-296503号公報

#### 【0012】

##### 【発明が解決しようとする課題】

この発明は、拡大投射装置を薄型化でき、歪みなく大画面を投射できる拡大投射光学系の実現を課題とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】

この発明の拡大投射光学系は「画像表示パネルからの光束をスクリーンに導光し、スクリーンの法線に対し傾斜した方向から投射して、スクリーン上に、画像表示パネルに表示された画像の拡大像を結像させる拡大投射光学系」である。

【0014】

「画像表示パネル」は、透過型や反射型の各種液晶パネル等のライトバルブ（LV）や、デジタル・マイクロミラー・デバイス（DMD）等である。

【0015】

請求項1記載の拡大投射光学系は以下のごとき特徴を有する。

即ち、拡大投射光学系は反射光学系と透過光学系とを有する。

「反射光学系」は、パワーを持つ複数の反射面により構成され、回転非対称反射面を1面以上含む。「回転非対称反射面」は、反射面の形状が、回転対称軸を持たない反射面である。

「透過光学系」は、屈折力をもつ透過面により構成され、非球面を1面以上含む。

【0016】

この請求項1記載の拡大投射光学系において「透過光学系における画像表示パネル側から第1面と、反射光学系におけるスクリーン側から第1面との間に絞りを設け、そのスクリーン側に配置した光学素子により、上記絞りの像が、負の縮小倍率で結像するように構成する」ことが好ましい（請求項2）。

【0017】

請求項3記載の拡大投射光学系は、以下の如き特徴を有する。

即ち、「複数の透過面からなる透過光学系」と「複数の反射面から成る反射光学系」と「絞り」とを有し、反射光学系における反射面のうち「絞りを通過した光束が最初に入射するパワーを持つ反射面」のパワーが負である。

【0018】

この請求項3記載の拡大投射光学系において、絞りを通過した光束が最初に入射する負のパワーを持つ反射面に続く反射面は正のパワーを持つことが好ましい（請求項4）。

#### 【0019】

上記請求項3または4記載の拡大投射光学系における反射光学系は「パワーを持つ複数の反射面により構成され、回転非対称反射面を1面以上含」み、透過光学系は「屈折力をもつ透過面により構成され、非球面を1面以上含」むことが好ましい（請求項5）。

#### 【0020】

請求項6記載の拡大投射光学系は以下の如き特徴を有する。

即ち、画像表示パネル側からスクリーンに至る光束が生成する画像表示パネルの、負の倍率の中間像（拡大投射光学系による結像光束の光路上において生成される画像パネルの中間像）と、スクリーン側から画像表示パネルに至る光束が生成するスクリーンの負の倍率の中間像（拡大投射光学系に、仮想的にスクリーン側から光を入射させたときに、上記光路上に生成するスクリーンの中間像。因みにこのときのスクリーンの像は縮小像で画像表示パネル上に結像する）の位置・形状が略一致している。

#### 【0021】

この請求項6記載の拡大投射光学系は「複数の反射面から成る反射光学系」と「複数の透過面からなる透過光学系」とを有することができ（請求項7）、この場合において、拡大投射光学系は「絞りを有し、反射光学系における反射面のうち「絞りを通過した光束が最初に入射するパワーを持つ反射面」のパワーを負とすることができる（請求項8）。この場合「絞りを通過した光束が最初に入射する負のパワーを持つ反射面に続く反射面」が正のパワーを持つことが好ましい（請求項9）。

#### 【0022】

上記請求項7～9の任意の1に記載の拡大投射光学系においては、反射光学系を「パワーを持つ複数の反射面により構成され、回転非対称反射面を1面以上含む構成」とし、透過光学系を「屈折力をもつ透過面により構成され、非球面を1

面以上含む構成」とすることができる（請求項10）。

【0023】

上記請求項1、2、5、10の任意の1に記載の拡大投射光学系において、反射光学系に含まれる「回転非対称反射面」は、投射光路上において最もスクリーン側に配置されることが好ましい（請求項11）。

【0024】

上記請求項1～5、7～10の任意の1に記載の拡大投射光学系において、透過光学系は「屈折力を有する回転非対称な透過面」を含むことが好ましい（請求項12）。

【0025】

請求項1～5、7～12の任意の1に記載の拡大投射光学系において、透過光学系の光軸は、画像表示パネル位置に対し、導光光路（画像表示パネルからスクリーンに至る光路における、画像表示パネルの中心から、スクリーン上の拡大像の中心に至る主光線の光路）を含む面内で偏心して設定されることができる（請求項13）。

【0026】

上記請求項1～5、7～13の任意の1に記載の拡大投射光学系における反射光学系は「ユニット」として構成することができる（請求項14）。

【0027】

この発明の拡大投射装置は「画像表示パネルに画像を表示し、画像表示パネルを光源からの光で照明し、照明された画像表示パネルからの光束を拡大投射光学系によりスクリーンに導光し、スクリーンの法線に対し傾斜した方向から投射して、スクリーン上に、画像表示パネルに表示された画像の拡大像を投射する拡大投射装置」であって、拡大投射光学系として、請求項1～14の任意の1に記載の拡大投射光学系を用いたことを特徴とする（請求項15）。

【0028】

若干補足すると、上に説明した「透過光学系」に含まれる「透過面」は、レンズ面のみならず、フレネルレンズ面でもよい。

また、反射光学系に含まれる反射面における光の反射が「内部全反射条件を満

たす」構成でも良い。このように反射面を「内部全反射面」とする場合、「透過光学系からの光束を取り込む面」は透過面である。この場合、この透過面への光束入射を面に直交させると、入射の際に収差が発生しないので好ましい。

#### 【0029】

拡大投射装置に用いられる画像表示パネルは1枚に限らない。3枚の画像表示パネルを用い、R（赤）、G（緑）、B（青）の各色成分画像を、色ごとに「異なる画像表示パネル」に表示し、これら画像表示パネルからの光を合成して、拡大投射光学系によりスクリーンへ導光し、スクリーン上にカラー画像を表示するように構成することができることは言うまでも無い。

#### 【0030】

この発明の拡大投射光学系では、結像光束をスクリーン法線に対して傾いた方向から投射して、スクリーン上に結像させるので「スクリーン法線方向から投射する場合に、結像光束がスクリーン法線に対して傾いた場合に生じる表示画像の歪み」を有効に軽減させることができる。

#### 【0031】

また、透過光学系の屈折力をもつ透過面はレンズ系による実現が容易で、セル化も容易であり、組付け精度を出し易くコストダウン効果が得られる。また、反射光学系に含まれる回転非対称反射面により、非対称な収差成分を補正できる。

#### 【0032】

拡大投射光学系を屈折面のみで構成すると、屈折面の配列が1方向に伸びていくので、光学系の3次元構造を小型化できないが、透過面と反射面の組み合わせによって光路を折り返す構成をとることができ、光学系を小型化できる。

#### 【0033】

例えば、透過光学系の光路をスクリーンと平行に設定し、透過光学系の像側でスクリーン側に光路を折り曲げれば、同じ光路長の光学系でも薄型の構成を実現できる。

#### 【0034】

請求項2記載の拡大投射光学系のように、透過光学系における画像表示パネル側の第1面と、反射光学系におけるスクリーン側の第1面との間に絞りを配置し

、パネル側からの光束によって、絞りの像を全光学系中で1回結像させると、絞り像の結像位置はスクリーン側の射出瞳となる。絞りの像は実像であり、負の縮小倍率になっている。絞りの像を縮小倍率で結像させるようにすることで、絞り像以後の反射面の光線有効径を小さく抑え、反射面を小型化できる。

#### 【0035】

絞りは透過光学系中もしくは「透過光学系と反射光学系の間」に配置することができる。絞りを通過した光が最初に入射する「パワーをもつ反射面」は反射光学系中にある。反射光学系と透過光学系を一体化することは難しく、透過光学系と反射光学系は別々に組み付けられる。このとき、透過光学系と反射光学系の各々に組み付け誤差が付随するので、両光学系の「相対的な位置ずれ」を完全にゼロすることは難しく、相対的な位置ずれの発生を前提とすると、公差感度の観点から、上記「パワーをもつ反射面」は負のパワーの反射面であるのが良い。

#### 【0036】

透過光学系から射出する光束が発散光束であるケースは稀であり、通常は集光されている。このとき、反射光学系において最初に反射するパワーを持つ面のパワーを正とすると、光束の集光が強められる方向に作用する。一方、上記面のパワーを負とすれば光束の集光が緩められる方向に作用する。両者を比較した場合「透過光学系と反射光学系の相対的な位置ずれによる光束状態の変化」は、前者において大きく、組みつけ公差が厳しくなる。上記反射面のパワーを負とすることにより組付け公差を緩くできる。

#### 【0037】

上記負のパワーを持つ反射面に続いて正のパワーを持つ反射面を配すると、画角の異なる光束の分離を抑制でき、これらの光束を受ける反射面を小型化することができる。

#### 【0038】

請求項6記載の発明のように、絞り、スクリーンの中間像の形状・位置を略一致させることにより、画像表示パネルから中間像までの歪曲収差と、中間像からスクリーンまでの歪曲収差の和を0に近づけることができ、スクリーン上に歪みの少ない像を形成できる。

**【0039】**

請求項11記載の発明のように、結像光路上の最終面を回転非対称反射面とすると、各光束の照射位置に対応して取り得る面形状の自由度が高くなる。この最終面に至る各像高位置の光束の残収差を入射位置毎に適した形状を与えることで補正が容易になる。

**【0040】**

請求項12記載の発明のように、透過光学系に回転非対称な透過面を用いると、回転対称な透過面では発生させることのできない収差を発生させることができ、このように発生させた収差を他の収差のキャンセルに利用できる。

**【0041】**

請求項13記載の発明のように、透過光学系の光軸を、画像表示パネル位置に対し、導光光路を含む面内で偏心して設定すると、反射光学系における偏心反射面で発生する収差と逆の収差を透過光学系で発生させ、両者をキャンセルさせることができる。

**【0042】****【発明の実施の形態】**

以下、実施の形態を説明する。

図1に示す実施の形態において、符号1で示す画像表示パネル（以下、単にパネル1という）から符号2で示す「スクリーン」に向かう光束群の基準光線はスクリーン2の法線と所定の傾きをもってスクリーン2に入射する。「基準光線」は、パネル1の中心からスクリーン2に導光される光束の主光線とする。

**【0043】**

パネル1は反射型の液晶パネルで、直線偏光した照明光を、偏光ビームスプリッタ10を介して照射され、パネル1により変調された光束が偏光ビームスプリッタ10を介して結像光束となる。

**【0044】**

光の伝搬においてパネル1側を「上流」、スクリーン2側を「下流」と呼ぶと、パネル1の下流側に「屈折力をもつ透過面から成り、非球面を1面以上含む透過光学系3が配置され、その下流側に、複数の反射面4、5、6、7、8を有

する「反射光学系」が配置される。

【0045】

パネル 1 からの結像光束は、透過光学系 3 内を伝搬し、反射光学系を構成する反射面 4～8 を介してスクリーン 2 へ導光される。反射光学系を構成する反射面 4～8 のうち、反射面 8 は「回転非対称反射面」となっている。

【0046】

透過光学系 3 には光束集光作用を与えることが好ましいが、この実施の形態では、透過光学系 3 における「倍率拡大の作用負担」を緩め、特に「下流側のレンズの口径が大型化しない」ようにしている。従って、拡大投射光学系としての倍率拡大の作用は、その全て、もしくは相当部分を反射光学系が負っている。

【0047】

回転非対称反射面 8 によって「非対称収差（図において、上記基準軸の上下方向における非対称性に起因する収差）」を補正するとともに、透過光学系 3 の光軸をパネル 1 に対して偏心して設定（この実施の形態では、光軸が、パネル 1 の中心よりも、図の上方へ偏心している）することにより、非対称収差の補正効果を高くしている。即ち、透過光学系 3 と反射光学系の双方に「非対称収差の補正を分担」させている。

【0048】

透過光学系 3 はセル化を容易にするため「全体を共軸」に組付けている。

この実施の形態のように、拡大投射光学系を、透過光学系と反射光学系で構成すると、全ての光学面を反射面で構成するよりも、光学系を組み付け易くなり、反射面による「光路折り返し効果」も活かすことができ、全系を小型化できる。

【0049】

透過光学系 3 の下流側で反射面 4 の上流側には符号 9 で示す「絞り」が設けられ、絞り 9 より下流側の反射面により、絞り 9 の像 I 9 が「負の縮小倍率」で結像光路上に結像するようになっている。即ち、絞り 9 の「縮小倍率の像 I 9」は反射光学系の反射面 4、5、6、7 の作用により、反射面 7 と回転非対称反射面 8 との間に倒立像として結像する。

【0050】



このように、絞り 9 の像 I 9 が縮小倍率で結像するようなパワー配置を取ると、絞り 9 の像 I 9 より下流側にある反射面（説明中の実施の形態では反射面 8）に入射する光束が大きく広がらないため、この反射面を小型にできる。

#### 【0 0 5 1】

上述の如く、絞り 9 の像 I 9 は、反射光学系の光路内（反射面 7 と回転非対称反射面 8 との間）で結像しており、この結像位置は「スクリーン側の瞳」、即ち拡大投射光学系の「射出瞳」となる。

#### 【0 0 5 2】

結像光束は、反射光学系内の光路上においてパネル 1 の中間像を結像する。この中間像は、絞り 9 の像 I 9 と同様「負の倍率の実像」で等立像である。図に示す実施の形態では、パネル 1 の中間像は反射面 7 の反射面近傍に結像される。即ち、パネル 1 の中間像は、透過光学系 3 と反射面 4 ～ 6 とにより形成される。

#### 【0 0 5 3】

スクリーン 2 に結像するのは「パネル 1 の中間像の、反射面 7 と回転非対称反射面 8 による拡大像」であり、このときの結像倍率も負である。このように、パネル 1 からの光束は中間像が等立像として結像され、さらにこの等立像が倒立された正立像としてスクリーン 2 上に結像する。その際、中間像において発生する台形歪みが、スクリーン上に結像されるとき台形歪みと相殺しあい、台形歪みの少ない表示画像を得ることができる。

#### 【0 0 5 4】

透過光学系 3 を 1 つのユニットとしてセル化すると、拡大投射光学系における位置調整としては、セル化された透過光学系 3 と反射光学系との相対的な位置調整が残される。このとき、反射光学系における最も上流側の反射面 4 のパワーが正であると、透過光学系 3 から射出した光束が集光光束である場合、この光束は反射面 4 の正のパワーによりさらに集光される作用を受ける。

#### 【0 0 5 5】

この実施の形態では、反射面 4 のパワーを負としている。反射面 4 のパワーを正にすると、透過光学系 3 と反射光学系の相対位置が「ずれ」たときに発生する収差が大きくなる。換言すると、透過光学系 3 と「反射光学系」のずれ量が同一

である場合、ズレ量に対する収差の変化量が大きい。

【0056】

実施の形態のように、反射面4のパワーを負にすると上記「ズレ量に対する収差の変化量」が小さい。従って、透過光学系3と反射光学系との相対的な位置関係の精度が緩やかになり、光学系組付けが容易となる。

【0057】

上記反射面4のパワーを負にした上で、その下流に配置する反射面5のパワーは正となっている。反射光学系における上流側において、負のパワーの反射面が続くと入射光束の発散性が過大になり、反射光学系内に「絞りの像」を結像させることができなくなる。

【0058】

反射面5のパワーを正とすることは、反射面5により反射される結像光束を収束傾向とし、絞り9の像I9を反射光学系の光路内に結像する上で重要である。即ち、絞り9と絞りの像I9の間に設ける光学系（反射面4～7）の合成パワーは正である。

【0059】

反射面4とともに反射面5も負のパワーとし、その下流側の反射面6のパワーを正にしても良いが、反射面6のパワーを強くする必要性が生じたり、面間距離が長くなったりして収差発生量が増え、光学系が大きくなり、構成面数も増えるのでメリットはあまりない。

【0060】

パネル1とスクリーン2が共に平面で「斜め投射」を行う拡大投射光学系において、この発明では「パネル1側からスクリーン2へ向う光束が生成するパネル1の、負の倍率の中間像」と、「スクリーン2側からパネル1へ向う光束が生成するスクリーン2の、負の倍率の中間像」の位置・形状が略一致するように、中間像面上流側および下流側の光学系を構成している。

【0061】

「スクリーン2側からパネル1に向う光束」は、拡大投射光学系設計の際に、スクリーンを物体面、パネルを像面として光線追跡を行う際において使用される

仮想的な光束を言う。

#### 【0062】

反射光学系部において、回転非対称反射面 8 は、この実施の形態におけるように、結像光束の光路上、最下流のスクリーン 2 に最も近い位置に配置することが好ましい。反射面 4～8 における「異なる画角に対応する各々の光束」の入射位置は、上流においては重なっている領域が広く、下流に行くほど「重なる領域」が少なくなるようにする。

#### 【0063】

回転非対称反射面は、入射位置に対して取り得る面形状の自由度が高いので、回転非対称反射面 8 を最下流側とし、この面位置において「異なる画角に対応する各々の光束の互いに重なる領域」が少なくなるようにすると、回転非対称反射面 8 よりも上流側の光学系による「各画角の光束が有する残収差の補正に適する面形状」を回転非対称反射面 8 に与えることができ、高い収差補正効果を実現できる。

#### 【0064】

上記とは逆に、反射光学系の上流側に回転非対称反射面を設けると、その反射面の同位置に「異なる画角の光束が重なって入射している状態」となるから、異なる画角の光束の各々が有する収差を同時に補正する反射面の形状解を得ることが困難になる。

#### 【0065】

この実施の形態においては、透過光学系 3 にも「非対称収差成分の補正」を分担させることができる。このような場合、補正効果を高くするには、透過光学系 3 に「回転非対称な透過面」を与える。回転非対称面は「回転対称非球面では補正困難な収差成分を補正」するのに有効である。

#### 【0066】

反射光学系は複数の反射面 4～8 で構成されているが、これらをユニットとして一体に構成することによって、反射面同士の相対位置精度を出し易くなり、拡大投射光学系の組付けが容易になる。反射面の一体化は例えばモールド成形法によって実現できるが、これに限らず、他の適宜の方法で実現して良い。

## 【0067】

若干付言すると、絞り 9 を配置する位置は、図 1 の位置に限らず、例えば、透過光学系 3 における面間に設けても良い。この場合には、絞りの像の結像に、透過光学系の一部も与ることになる。

## 【0068】

画像表示パネルは 1 枚に限らず、3 枚の画像表示パネルを用い、R（赤）、G（緑）、B（青）の各色成分画像を色ごとに異なる画像表示パネルに表示し、これら画像表示パネルからの光を合成して、拡大投射光学系によりスクリーンへ導光し、スクリーン上にカラー画像を表示するように構成することもできる。

## 【0069】

このような場合には、図 1 において、パネル 1 と透過光学系 3 との間の偏光ビームスプリッタとダイクロイクプリズムを組合せたもの（カラー画像投射装置において広く知られている）を用いることができる。

また、スクリーンは必ずしも平面でなくてもよい。

## 【0070】

上に説明したように、図 1 に実施の形態を示す拡大投射光学系は、画像表示パネル 1 からの光束をスクリーン 2 に導光し、スクリーン 2 の法線に対し傾斜した方向から投射して、スクリーン 2 上に画像表示パネル 1 に表示された画像の拡大像を結像させる拡大投射光学系であって、反射光学系 4～8 と透過光学系 3 とを有し、反射光学系はパワーをもつ複数の反射面 4～8 により構成され、回転非対称反射面 8 を含み、透過光学系 3 は屈折力をもつ透過面により構成され、非球面を 1 面以上含む（請求項 1）。

## 【0071】

透過光学系 3 における画像表示パネル側から第 1 面と、反射光学系におけるスクリーン側から第 1 面との間に絞り 9 が設けられ、そのスクリーン側に配置した光学素子 4～7 により、絞り 9 の像 I 9 が、負の縮小倍率で結像するように構成されている（請求項 2）。

## 【0072】

図 1 の拡大投射装置はまた、複数の透過面からなる透過光学系 3 と、複数の反

射面 4～8 から成る反射光学系と、絞り 9 とを有し、反射光学系における反射面のうち、絞り 9 を通過した光束が最初に入射するパワーを持つ反射面 4 のパワーが負であり（請求項 3）、絞り 9 を通過した光束が最初に入射する負のパワーを持つ反射面 4 に続く反射面 5 が正のパワーを持ち（請求項 4）、反射光学系は、パワーを持つ複数の反射面 4～8 により構成され、回転非対称反射面 8 を含み、透過光学系 3 は屈折力をもつ透過面により構成され、非球面を 1 面以上含む（請求項 5）。

#### 【0073】

図 1 の拡大投射光学系はまた、画像表示パネル 1 側からスクリーン 2 に至る光束が生成する画像表示パネルの負の倍率の中間像と、スクリーン 2 側から画像表示パネル 1 に至る光束が生成するスクリーン 2 の負の倍率の中間像の位置・形状が略一致し（請求項 6）、複数の反射面から成る反射光学系 4～8 と、複数の透過面からなる透過光学系 3 とを有し（請求項 7）、絞り 9 を有し、反射光学系における反射面のうち、絞りを通過した光束が最初に入射するパワーを持つ反射面 4 のパワーが負であり（請求項 8）、絞り 9 を通過した光束が最初に入射する負のパワーを持つ反射面 4 に続く反射面 5 が正のパワーを持ち（請求項 9）、反射光学系はパワーを持つ複数の反射面により構成され、回転非対称反射面 8 を含み、透過光学系 3 は屈折力をもつ透過面により構成され、非球面を 1 面以上含む（請求項 10）。

#### 【0074】

さらに、回転非対称反射面 8 は、投射光路上において最もスクリーン 2 側に配置され（請求項 11）、透過光学系 3 が、屈折力を有する回転非対称な透過面を含み（請求項 12）、画像表示パネル 1 の位置に対し、透過光学系 3 の光軸が、導光光路を含む面内で偏心して設定されている（請求項 13）。また、反射光学系はユニットとして一体に構成することができる（請求項 14）。

#### 【0075】

従って、図 1 に実施の形態を示した拡大投射光学系に対して、公知の各種の光源を付加することにより、画像表示パネル 1 に画像を表示し、画像表示パネル 1 を光源からの光で照明し、照明された画像表示パネル 1 からの光束を拡大投射光

学系によりスクリーン 2 に導光し、スクリーン 2 の法線に対し傾斜した方向から投射して、スクリーン 2 上に画像表示パネル 1 に表示された画像の拡大像を投射する拡大投射装置であって、拡大投射光学系として請求項 1 ～ 14 の任意の 1 に記載の拡大投射光学系を用いた拡大投射装置（請求項 15）を実現できる。

### 【0076】

#### 【発明の効果】

以上に説明したように、この発明によれば新規な拡大投射光学系および拡大投射装置を実現できる。この発明の投射拡大装置によれば、画像表示パネル上の画像をスクリーン上に「歪みの少ない大画面」として投射でき、また、この拡大投射光学系を用いる拡大投射装置は薄型に実現できる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【図 1】

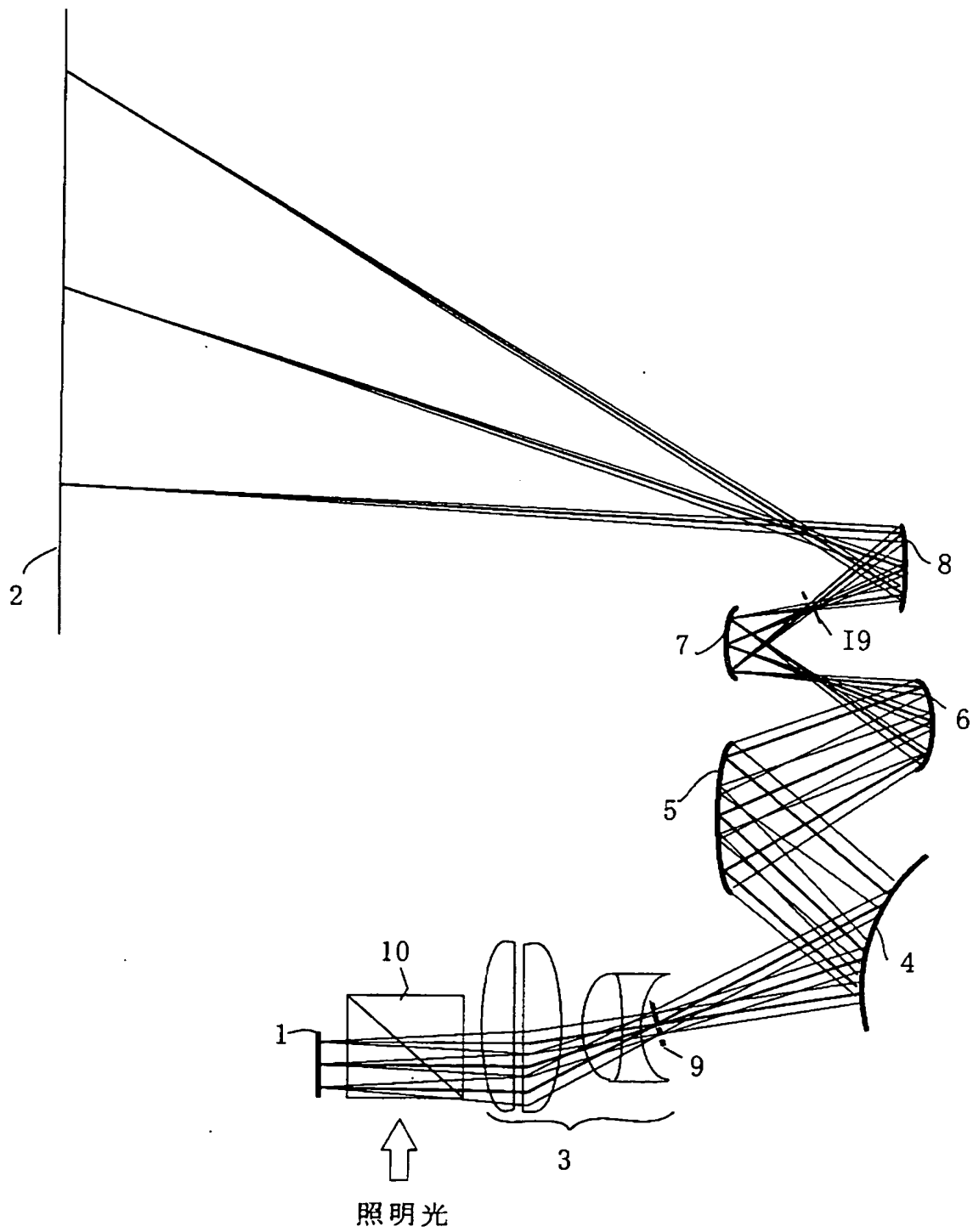
拡大投射光学系の実施の 1 形態を説明するための図である。

#### 【符号の説明】

- 1        画像表示パネル
- 2        スクリーン
- 3        透過光学系
- 4 ～ 8    反射光学系を構成する反射面
- 8        回転非対称反射面
- 9        絞り
- I 9      絞りの像

【書類名】 図面

【図 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 拡大投射装置を薄型化でき、歪みなく大画面を投射できる拡大投射光学系の実現する。

【解決手段】 画像表示パネル 1 からの光束をスクリーン 2 に導光し、スクリーンの法線に対し傾斜した方向から投射して、スクリーン 2 上に画像表示パネル 1 に表示された画像の拡大像を結像させる拡大投射光学系であって、反射光学系と透過光学系 3 とにより構成され、反射光学系は、パワーをもつ複数の反射面 4 ～ 8 により構成され、回転非対称反射面 8 を含み、透過光学系 3 は、屈折力をもつ透過面により構成され、非球面を 1 面以上含む。

【選択図】 図 1



特願 2 0 0 3 - 0 2 9 5 9 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 6 7 4 7 ]

1. 変更年月日

2 0 0 2 年 5 月 1 7 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号

氏 名

株式会社リコー